

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
10. Mai 2001 (10.05.2001)

PCT

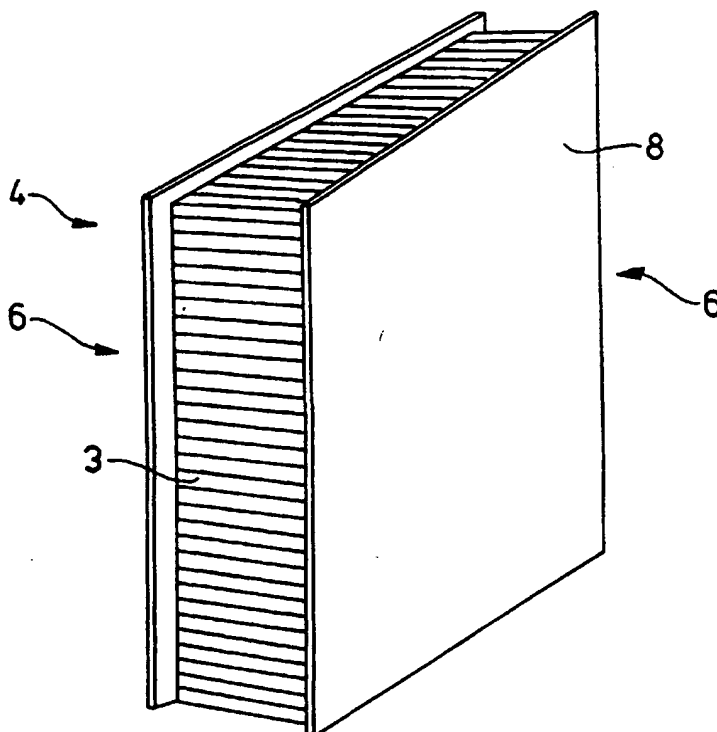
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 01/33100 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation⁷: F16F 1/37, (72) Erfinder; und
B60R 21/04
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): STAHLKE,
Kurt-Rainer [DE/DE]; Amselweg 20, 51515 Kürten
(DE). BRAMBRINK, Roland [DE/DE]; Forsthof 4,
40880 Ratingen (DE).
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP00/10332
- (22) Internationales Anmeldedatum:
20. Oktober 2000 (20.10.2000) (74) Gemeinsamer Vertreter: BAYER AKTIENGE-
SELLSCHAFT; 51368 Leverkusen (DE).
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (81) Bestimmungsstaaten (national): AE, AG, AL, AM, AT,
AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CR, CU,
CZ, DE, DK, DM, DZ, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK,
LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX,
MZ, ~~NO~~, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL,
TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW.
- (30) Angaben zur Priorität:
199 52 570.6 2. November 1999 (02.11.1999) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme
von US): BAYER AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE];
51368 Leverkusen (DE).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: ENERGY ABSORBER FOR ABSORBING IMPACT ENERGY

(54) Bezeichnung: ENERGIEABSORBER FÜR EIN ABSORBIEREN VON STOSSENERGIE



(57) Abstract: The invention relates to an energy absorber for absorbing impact energy. Said energy absorber comprises a molded element (4) that is provided with a plurality of honeycomb-shaped cells (2) that are substantially oriented in the same direction and that are arranged so as to adjoin one another. The inventive energy absorber is further characterized in that the molded element is produced from extruded polycarbonate and that the honeycomb-shaped cells extend in the direction of extrusion.

(57) Zusammenfassung: Energieabsorber für ein Absorbieren von Stossenergie, mit einem eine Mehrzahl von Wabenkammern (2) aufweisenden Formteil, wobei die Wabenkammern im wesentlichen in gleicher Richtung ausgerichtet sind und wobei die Wabenkammern benachbart zueinander angeordnet sind, dadurch gekennzeichnet, dass das Formteil (4) aus extrudiertem Polycarbonat hergestellt ist, wobei sich die Wabenkammern in Extrusionsrichtung erstrecken.

WO 01/33100 A1



(84) **Bestimmungsstaaten (regional):** ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— Mit internationalem Recherchenbericht.

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes, und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Energieabsorber für ein Absorbieren von Stoßenergie

Die Erfindung betrifft einen Energieabsorber für ein Absorbieren von Stoßenergie.

5

Innerhalb der Kraftfahrzeugentwicklung aber auch in anderen Gebieten wird die passive Sicherheit immer mehr zu einem Gegenstand der zentralen Forschung. Hierbei sind vor allem Strukturen und Materialien mit hohem Energieaufnahmevermögen von großem Interesse. Beispielsweise werden in der Automobilindustrie Schäume aus Polyurethan (PU) oder Elastomer modifiziertes Polypropylen (EPP) verwendet. Diese Materialien zeichnen sich durch ein fast ideales Verhalten aus, bei dem nach einem anfänglich steilen Kraftanstieg während der zeitlich weiter fortschreitenden Energieabsorption ein waagerechtes Plateau mit gleicher Kraft auftritt. Die dabei aufgenommene, das heißt absorbierte Arbeit ist als Fläche unter der Kraft-Wegkurve definiert, wobei die Fläche den größtmöglichen Inhalt aufweisen sollte. Verschiedene aus dem Stand der Technik bekannte Schäume kommen mit ihrem Energieaufnahmevermögen diesem Ideal recht nahe.

10

15

Jedoch ergibt sich bei diesen Energieabsorbern das Problem, dass die auftretenden Beschleunigungen so groß sind, dass Grenzwerte überschritten werden, die für den Aufschlag eines Menschen bei Verkehrsunfällen oder anderen Unfällen nicht überschritten werden dürfen. Denn bei einem Kopfaufschlag darf nur für ein Zeitintervall kleiner als 3ms ein Beschleunigungswert von 80 g überschritten werden.

20

Als weiteres Beispiel der Energieaufnahme bei einem Kraftfahrzeug kann die plastische Verformung von Längsträgerstrukturen angeführt werden. In diesem Fall wird das Metall der Längsträgerstrukturen gestaucht, bis unter einer definierten Last die Struktur kollabiert, also ausbeult, und sich teleskopartig ineinander schiebt. Hierbei wird das Metall plastisch verformt, was zu einer hohen Energieaufnahme führt.

25

30

Die bisher verwendeten Materialien für die Energieabsorber führen zwar zu einer hohen Energieabsorptionsfähigkeit, jedoch ist selbst bei der Verwendung eines Leichtmetalls wie Aluminium ein nicht unerhebliches Gewicht des Energieabsorbers geben. Da insbesondere im Fahrzeugbau die Gewichtsreduktion eine große Rolle
5 spielt, wird weiterhin intensiv nach extrem leichten Materialien mit hohem Energieabsorptionsvermögen gesucht.

Eine weitere Gewichtsreduzierung wird im Stand der Technik auch dadurch realisiert, dass die Energieabsorber nicht als massive Materialien ausgebildet werden,
10 sondern dass Hohlraumstrukturen, wie bspw. eine Sandwich-Struktur hergestellt wird, die in einer bevorzugten Ausrichtung ein besonders hohes Energieabsorptionsvermögen aufweist. Dazu weist die Hohlraumstruktur eine Mehrzahl von Wabenkammern auf, die im wesentlichen in gleicher Richtung ausgerichtet sind und benachbart zueinander angeordnet sind. Aber auch hier gilt, dass bei der Verwendung
15 von Metallen oder Leichtmetallen ein bestimmtes Gewicht nicht unterschritten werden kann.

Der Erfindung liegt daher das technische Problem zugrunde, einen Energieabsorber anzugeben, der sowohl ein sehr geringes Gewicht als auch ein hohes Energieaufnahmevermögen aufweist.
20

Erfindungsgemäß ist erkannt worden, dass das Formteil aus extrudiertem Polycarbonat hergestellt ist, wobei sich die Wabenkammern in Extrusionsrichtung erstrecken. Polycarbonat ist ein im Vergleich zu Leichtmetallen sehr leichtes Material, das an
25 sich sehr zäh-elastisch ist. Zudem ist Polycarbonat sehr schlagzäh, so dass bei einer schlagartigen Krafteinwirkung das Material nicht zersplittert, sondern sich elastisch verformt und gegebenenfalls aufschmilzt. Somit wird die erfindungsgemäße Wirkung als Energieabsorptionsmaterial durch das Polycarbonat an sich gewährleistet, wobei sich gleichzeitig ein sehr geringes Gewicht des Energieabsorbers ergibt.

Für ein Herstellen des Formteils wird Polycarbonat derart extrudiert, dass sich in Extrusionsrichtung je nach dem verwendeten Extrusionswerkzeug eine Mehrzahl von nebeneinander angeordneten Wabenkammern bildet, wobei jeweils zwei benachbart angeordnete Wabenkammern durch jeweils eine gemeinsame Wand voneinander getrennt sind. Je nach Größe und Umfang des Formteils werden bei der Herstellung
5 mehrere extrudierte Polycarbonatschichten mit Wabenkammern hergestellt, die nach der Extrusion miteinander stoffschlüssig verbunden werden. Aus einem somit entstehenden Block lassen sich, bspw. mit Hilfe eines heißen Drahtes, einzelne Platten abtrennen, die eine entsprechende Vielzahl von Wabenkammern aufweisen, deren
10 Länge der Dicke der aus dem Block abgetrennten Platte entspricht.

Die Wabenkammern weisen einen polygonalen Querschnitt auf, der vorzugsweise entweder viereckig oder sechseckig ausgebildet ist. Die äußeren Abmessungen der Wabenkammern liegen in bevorzugter Weise im Bereich von 1 bis 6 mm, wobei im
15 Einzelfall diese Bereichsgrenzen auch unter- bzw. überschritten werden können. Aufgrund der geringen Größe der Abmessungen der Wabenkammern können diese auch als Kapillaren bezeichnet werden.

Weiterhin weisen die Wabenkammern eine Wandstärke im Bereich von 50 μm bis
20 400 μm auf. Daraus ergibt sich ein sehr geringes Verhältnis aus Wandstärke zur Abmessung der Wabenkammer, worin eine weitere Gewichtsreduktion begründet ist.

Die Dichte des Formkörpers liegt somit bspw. im Bereich von 30 kg/m^3 bis 50 kg/m^3 , was im Vergleich zu Energieabsorbern aus Leichtmetall einen deutlich geringeren
25 Wert darstellt.

Wie oben beschrieben worden ist, werden aus einem bspw. aus mehreren extrudierten Wabenkammerschichten zusammengesetzten Block Platten abgeschnitten, so dass die Wabenkammern einer Platte im wesentlichen eine vorgegebene Länge auf-
30 weisen. Ein derartiges Formteil kann dann auch als Wabenplatte bezeichnet werden.

Somit ist auch eine flächige Ausgestaltung des Formteils des Energieabsorbers möglich.

5 Neben einer ebenen Ausbildung des Formteils kann diese auch eine gekrümmte Form aufweisen, um auch gekrümmte Oberflächen mit dem Energieabsorber auszukleiden. Das Formteil ist somit oberflächenanpassbar, wobei auch kleine Radien in Abhängigkeit von der Dicke des Formteils eingerichtet werden können. In jedem Fall verlaufen die Wabenkammern im wesentlichen radial zur jeweiligen Krümmung der zu verkleidenden Oberfläche. Somit kann ein Aufprallschutz wirkungsvoll auch bei
10 gekrümmten Innenflächen gewährleistet werden.

In einer weiteren Ausgestaltung des Formteils ist mindestens eine der Stirnseiten, die die Öffnungen der Wabenkammern umfassen, mit einer im wesentlichen geschlossenen Schicht versehen. Diese ist bevorzugt mit der jeweiligen Stirnseite stoffschlüssig
15 verbunden und dient somit neben einer Formgebung des Formteils in bezug auf eine ebene oder gekrümmte Oberfläche auch einer Stabilisierung des Formteils. Dabei kann die Schicht als Platte oder als Folie ausgebildet sein und ebenfalls aus Polycarbonat oder auch aus einem anderem Kunststoff hergestellt sein. Ebenso ist die Ausbildung der Schicht in Form eines Gewebes möglich. Die Schicht sollte vorzugsweise wie das Formteil zähelastisch ausgebildet sein, um bei einem Kraftstoß nicht zu splintern. Darüber hinaus dient die Schicht einer Verteilung der Krafteinwirkung auf eine größere Anzahl von Wabenkammern, da der Aufprall nicht nur von den ohne eine Schicht tatsächlich getroffenen Wabenkammern, sondern durch die abdeckende Schicht auch von im Umfeld des eigentlichen Aufprallpunktes angeordneten
20 Wabenkammern absorbiert wird.
25

In besonders bevorzugter Weise wird das Formteil an der Innenfläche eines Fahrzeuges, insbesondere eines Kraftzeuges angeordnet, wodurch die in der Regel starren Innenflächen des Fahrzeuges geschützt sind. Somit ist beim Aufprall eines Insassen,
30 insbesondere der Kopf in zuverlässiger Weise geschützt. Als Innenflächen kommen

dabei die für die Dachkonstruktion notwendigen Säulen, das Armaturenbrett sowie die Innenseite des Daches in Frage.

5 Darüber hinaus kann das zuvor beschriebene Formteil zumindest einen Teil eines Stoßfängers eines Fahrzeuges bilden. Durch die extrem Leichtbauweise können somit erhebliche Gewichtseinsparungen beim Fahrzeug erzielt werden.

10 Als Fahrzeuge kommen sowohl Kraftfahrzeuge, insbesondere Personenkraftfahrzeuge, als auch Schienenfahrzeuge und Luftfahrzeuge in Frage. Da neben dem Energieabsorptionsvermögen auch eine geringe Brennbarkeit des Materials notwendig ist, ergibt sich bei der Verwendung von Polycarbonat zusätzlich der Vorteil, dass Polycarbonat ein selbstflammenlöschendes Material ist und dementsprechend in einer Brandklasse mit niedrigem Brennvermögen eingestuft ist. Die Brennbarkeit von Polycarbonat ist dabei geringer als bei anderen Materialien, die als Energieabsorber, 15 insbesondere im Fahrzeuginnenraum eingesetzt werden, wie bspw. Polymethylmetacrylat oder Polystyrol.

20 In einer weiteren bevorzugten Anwendung kann das Formteil an einer Wand eines Gebäudes angeordnet sein. Somit kann neben der Verwendung im Kraftfahrzeugbau der Energieabsorber auch bspw. bei Sportstätten oder Kindergärten eingesetzt werden, um einen Aufprallschutz für Personen zu realisieren, die während des Sporttreibens unabsichtlich gegen eine Wand stoßen. Dabei ist auch der Einsatz des Energieabsorbers zur Bodendämpfung eines Sportplatzes oder einer Sporthalle denkbar.

25 Das Material Polycarbonat wird vorrangig wegen seiner Lichtdurchlässigkeit für Bauteile verwendet, die bestimmte optische Eigenschaften aufweisen müssen. So wird Polycarbonat für Abschirmungen und Fenster eingesetzt, die lichtdurchlässig sein sollen. Diese Anforderung ist dagegen bei Energieabsorbern nicht gegeben, so dass in vorteilhafter Weise auch Ausschussmaterial von Polycarbonat verwendet 30 werden kann, das aufgrund von Herstellungsfehlern nicht klarsichtig, sondern zumindest teilweise verfärbt und schwarze oder farbige Pigmente aufweist. Somit

kann Ausschussmaterial, das für die Herstellung von durchsichtigen Formkörpern nicht verwendet werden kann, für die Herstellung von Energieabsorbern eingesetzt werden.

5 Die Erfindung wird im folgenden anhand von Ausführungsbeispielen näher erläutert, wobei auf die beigelegte Zeichnung bezug genommen wird. In der Zeichnung zeigen

Fig. 1 ein erstes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Energieabsorbers in einer perspektivischen Darstellung,

10

Fig. 2 ein zweites Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Energieabsorbers in einer perspektivischen Darstellung,

Fig. 3 den in Fig. 1 dargestellten Energieabsorber im Querschnitt,

15

Fig. 4 den in Fig. 2 dargestellten Energieabsorber im Querschnitt, jedoch mit einem gekrümmten Verlauf, und

Fig. 5 ein Kraft-Weg-Diagramm eines Kopfaufschlagversuches.

20

Fig. 1 zeigt ein erstes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Energieabsorbers mit einem eine Mehrzahl von Wabenkammern 2 aufweisenden Formteil 4. Die Wabenkammern 2 sind im wesentlichen in gleicher Richtung ausgerichtet und benachbart zueinander angeordnet. Dabei besitzen jeweils zwei benachbart angeordnete Wabenkammern 2 eine gemeinsame Wandung 3, so dass sich die in Fig. 1 dargestellte Wabenstruktur ergibt. Erfindungsgemäß ist das Formteil 4 aus Polycarbonat extrudiert worden, wobei sich die Wabenkammern 2 in Extrusionsrichtung erstrecken.

25

30 Herstellungstechnisch lassen sich nicht beliebig viele Wabenkammern 2 übereinander extrudieren, so dass bspw. durch paralleles Extrudieren eine Mehrzahl von

Schichten mit bspw. fünf übereinander liegenden Reihen von Wabenkammern 2 hergestellt werden. Anschließend werden die Schichten miteinander verbunden, um den in Fig. 1 dargestellten Querschnitt des Formteils 4 zu ermöglichen. Aus dem somit gebildeten Strang werden einzelne Platten 4 abgeschnitten, die dann die in Fig. 1

5 dargestellte Form aufweisen. Die Öffnungen der einzelnen Wabenkammern 2 sind im vorliegenden Ausführungsbeispiel viereckig und die Wabenkammern 2 erstrecken sich über die gesamte Breite der dargestellten Platte 4, also in Fig. 1 von rechts nach links. Das hohe Energieabsorptionsvermögen des Formteils 4 ist vor allem in Längsrichtung der Wabenkammern 2 gegeben. Trotz einer sehr geringen Wandstärke und

10 einer geringen Gesamtdichte des Formteils ergibt sich das hohe Energieabsorptionsvermögen. Quer zur Längsrichtung der Wabenkammern 2 ist dagegen der in Fig. 1 dargestellte Energieabsorber nur im geringen Maße in der Lage, Energie zu absorbieren. Die Wabenkammern 2 sind daher jeweils so anzuordnen, dass sie parallel zur Richtung der Energieaufnahme ausgerichtet sind.

15 Die Wabenkammern 2 weisen allgemein einen polygonalen Querschnitt auf, der vorliegend viereckig ausgebildet ist. Die äußeren Abmessungen der Wabenkammern 2 liegen im Bereich von 1 mm bis 6 mm, vorzugsweise von 2 mm bis 5 mm und insbesondere von 3,5 mm bis 4,5 mm. Die genauen äußeren Abmessungen werden jeweils

20 so eingestellt, wie es die speziellen Anforderungen des Energieabsorbers erfordern.

Weiterhin weisen die Wabenkammern 2 eine Wandstärke im Bereich von 50 µm bis 400 µm, vorzugsweise von 100 µm bis 350 µm, insbesondere von 150 µm bis 300 µm auf. Die Wandstärke wird dabei in Abhängigkeit von den äußeren Abmessungen

25 der Wabenkammern 2 eingestellt, so dass sich ein Optimum an Stabilität, Energieabsorptionsvermögen und möglichst geringem Gewicht einstellt.

Aus den zuvor angegebenen äußeren Abmessungen und Wandstärken der Wabenkammern 2 ergibt sich, dass das Formteil eine Dichte im Bereich von 30 kg/m³ bis 50

30 kg/m³, vorzugsweise von 35 kg/m³ bis 45 kg/m³, insbesondere 37 kg/m³ bis 43 kg/m³ aufweist. Trotz dieser sehr geringen Dichtewerte wird aufgrund der Wabenstruktur

und der Zähelastizität des Polycarbonates die gewünschte hohe Energieabsorbtion erreicht.

Die Form und Ausrichtung der Wabenkammern 2 ist auch in Fig. 3 zu erkennen, die den in Fig. 1 dargestellten Energieabsorber im Querschnitt darstellt.

Das in den Fig. 1 und 3 dargestellte Formteil 4, das auch als Wabenplatte bezeichnet werden kann, weist eine im wesentlichen in einer Ebene verlaufende Oberfläche auf. Daher ist dieses Formteil 4 insbesondere für die Auskleidung von ebenen Flächen geeignet.

Dagegen zeigt Fig. 4 einen gekrümmten Verlauf der Wabenplatte 4, wobei die Wabenkammern 2 im wesentlichen radial zur Krümmung verlaufen. In dieser Ausgestaltung kann das Formteil 4 auch für die Auskleidung von gekrümmten Oberflächen, insbesondere in Fahrzeugen verwendet werden.

In Fig. 2 ist ein weiteres Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Energieabsorbers dargestellt, bei dem das aus den Wabenkammern 2 bestehende Formteil 4 an den Stirnseiten 6, die die Öffnungen der Wabenkammern 2 umfassen, mit im wesentlichen geschlossenen Schichten 8 versehen ist. Die Schichten 8 sind dabei mit der jeweiligen Stirnseite 6 stoffschlüssig verbunden, wobei die Schicht 8 als Folie ausgebildet ist. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel ist die Schicht 8 aus Polycarbonat hergestellt, also aus demselben Material wie das Formteil 4 selbst. Die Schicht 8 dient zum einen der Stabilisierung der Form des Formteils 4, also bspw. die in Fig. 2 dargestellte ebene Form oder die in Fig. 4 dargestellte gekrümmte Form. Je nach Dicke des Formteils 4 können damit auch kleine Radien erreicht werden, so dass entsprechend gekrümmte Oberflächen, bspw. von Kraftfahrzeuginnenseiten, mit dem Energieabsorber abgedeckt werden können.

Zudem dient die Schicht 8 auch einer Verteilung der Stoß-energie auf eine größere Anzahl von Wabenkammern, als es ohne eine Schicht 8 der Fall ist. Dieses hat einen

Einfluss auf die beim Stoß auftretenden Beschleunigungen, wie im folgenden Anhand eines Kopfaufschlagversuches dargestellt wird.

Bei einem Kopfaufschlagversuch wird eine Kugelsegment, das in etwa den menschlichen Kopf in Form und Gewicht wiedergibt, aus einer bestimmten Höhe frei auf einem Energieabsorber fallengelassen. Beim Aufprall des Kugelsegmentes werden die auftretenden Reaktionskräfte und Beschleunigungen als Funktion des Weges innerhalb des Energieabsorbers aufgezeichnet. Ein entsprechendes Kraft-Weg-Diagramm ist in Fig. 5 dargestellt.

Der Fallversuch wurde mit einer Masse von $m = 4533\text{g}$ und einer Fallhöhe von $h = 2\text{m}$ durchgeführt, wobei ein Energieabsorber mit einer unverformten Gesamthöhe von 25mm verwendet wurde. Wie sich auf Fig. 5 ergibt, drückte sich das Formteil des Energieabsorbers um ca. 17mm ein, wobei der Kraftanstieg weitgehend linear verlief. Nachdem das Kugelsegment vom Energieabsorber vollständig abgebremst worden war, fiel die Kraft rapide ab (siehe rechte Seite der Messkurve), während sich der Weg des Kugelsegmentes wieder auf ca. $12,5\text{mm}$ zurückverstellte. Das bedeutet, dass das Formteil des Energieabsorbers dauerhaft plastisch verformt worden ist. Die Ursache dafür ist, dass bis zu einem Grenzwert der Energieaufnahme eine elastische Verformung des Polycarbonats möglich ist. Über dem Grenzwert hinaus erfolgt dann eine zunehmende Umwandlung der kinetischen Energie in Wärmeenergie, wodurch ab der Schmelztemperatur das Material der Wabenkammern aufgeschmolzen wird und eine dauerhafte plastische Verformung eintritt. Wichtig ist dabei, dass das Material des Polycarbonates anschmilzt und nicht zersplittert, wodurch sich sicherheitstechnische Vorteile beim erfindungsgemäßen Energieabsorber ergeben.

Der zuvor beschriebene Kopfaufschlagversuch wurde sowohl mit Energieabsorbern gemäß Fig. 1 ohne abdeckenden Schichten und mit Energieabsorbern gemäß Fig. 2 mit abdeckenden Schichten durchgeführt. Dabei zeigte sich, dass die Schichten einen stabilisierenden Einfluss auf die Gesamtstruktur des Formteils haben. Im Falle des beidseitig beschichteten Formteils traten Beschleunigungen von ca. $a = 150\text{g}$ auf,

während das nicht beschichtete Formteil nur Beschleunigung von ca. $a = 90 \text{ g}$ aufwies. Diese Tatsache ist insbesondere deswegen von Bedeutung, da für den Energieabsorber nicht nur der absolute Wert der absorbierten Energie wichtig ist, sondern auch das Beschleunigungsniveau des Vorganges. So darf bspw. beim Kopfaufschlag
5 nur innerhalb eines Zeitintervalls von weniger als 3 ms Beschleunigungen von mehr als $a = 80 \text{ g}$ auftreten dürfen.

Patentansprüche

1. Energieabsorber für ein Absorbieren von Stoßenergie,
 - mit einem eine Mehrzahl von Wabenkammern (2) aufweisenden Formteil (4),
 - 5 - wobei die Wabenkammern (2) im wesentlichen in gleicher Richtung ausgerichtet sind und
 - wobei die Wabenkammern (2) benachbart zueinander angeordnet sind, dadurch gekennzeichnet,
 - dass das Formteil (4) aus extrudiertem Polycarbonat hergestellt ist, wobei sich
 - 10 die Wabenkammern (2) in Extrusionsrichtung erstrecken.
2. Energieabsorber nach Anspruch 1,
 - dadurch gekennzeichnet,
 - 15 dass die Wabenkammern (2) parallel zur Richtung der Energieaufnahme ausgerichtet sind.
3. Energieabsorber nach Anspruch 1 oder 2,
 - dadurch gekennzeichnet,
 - 20 dass die Wabenkammern (2) einen polygonalen Querschnitt aufweisen.
4. Energieabsorber nach Anspruch 3,
 - dadurch gekennzeichnet,
 - dass der Querschnitt viereckig oder sechseckig ausgebildet ist.
- 25 5. Energieabsorber nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
 - dadurch gekennzeichnet,
 - dass die äußeren Abmessungen der Wabenkammern (2) im Bereich von 1 mm bis 6 mm, vorzugsweise von 2 mm bis 5 mm, insbesondere von 3,5 mm bis 4,5 mm liegen

6. Energieabsorber nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Wabenkammern (2) eine Wandstärke im Bereich von 50 μm bis 400 μm , vorzugsweise von 100 μm bis 350 μm , insbesondere von 150 μm bis 300 μm aufweisen.
7. Energieabsorber nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Formteil (4) eine Dichte im Bereich von 30 kg/m^3 bis 50 kg/m^3 , vorzugsweise von 35 kg/m^3 bis 45 kg/m^3 , insbesondere 37 kg/cm^3 bis 43 kg/m^3 aufweist.
8. Energieabsorber nach einem der Ansprüche 1 bis 7,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Wabenkammern (2) im wesentlichen eine vorgegebenen Länge aufweisen.
9. Energieabsorber nach Anspruch 8,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Formteil (4) als Wabenplatte ausgebildet ist.
10. Energieabsorber nach Anspruch 9,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Oberflächen des Formteils (4) im wesentlichen in einer Ebene verlaufen.
11. Energieabsorber nach Anspruch 8 oder 9,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Formteil (4) eine gekrümmte Form aufweist, wobei die Wabenkammern (2) im wesentlichen radial zur jeweiligen Krümmung verlaufen.

12. Energieabsorber nach einem der Ansprüche 8 bis 11,
dadurch gekennzeichnet,
dass mindestens eine der die Öffnungen der Wabenkammern (2) umfassenden
Stirnseiten (6) der Wabenplatte mit einer im wesentlichen geschlossenen
Schicht (8) versehen ist.
13. Energieabsorber nach Anspruch 12,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Schicht (8) mit der Stirnseite (6) stoffschlüssig verbunden ist.
14. Energieabsorber nach Anspruch 12 oder 13,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Schicht (8) als Platte oder als Folie ausgebildet ist.
15. Energieabsorber nach einem der Ansprüche 12 bis 14,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Schicht (8) aus Polycarbonat oder einem anderen Kunststoff hergestellt ist.
16. Energieabsorber nach einem der Ansprüche 12 bis 15,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Schicht (8) aus einem Gewebe hergestellt ist.
17. Energieabsorber nach einem der Ansprüche 1 bis 16,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Formteil (4) an einer Innenfläche eines Fahrzeuges, insbesondere eines Kraftfahrzeuges angeordnet ist.

18. Energieabsorber nach Anspruch 17,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Formteil (4) zumindest einen Teil eines Stoßdämpfers eines Fahrzeuges bildet.

5

19. Energieabsorber nach einem der Ansprüche 1 bis 16,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Formteil (4) an einer Wand eines Gebäudes angeordnet ist, insbesondere einer Sporthalle oder eines Kindergartens.

10

20. Energieabsorber nach einem der Ansprüche 1 bis 19,
dadurch gekennzeichnet,
wobei das Formteil (4) zumindest teilweise aus einem verfärbten Polycarbonat hergestellt ist.

- 1 / 2 -

Fig. 1

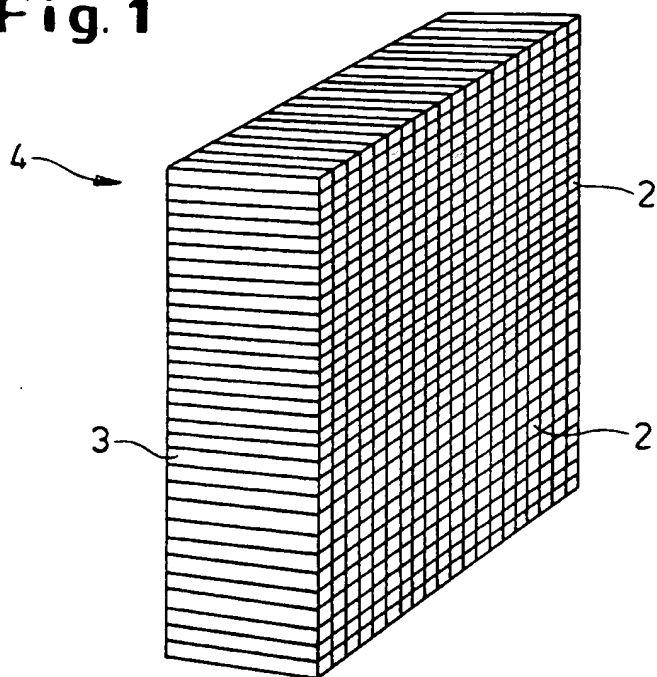
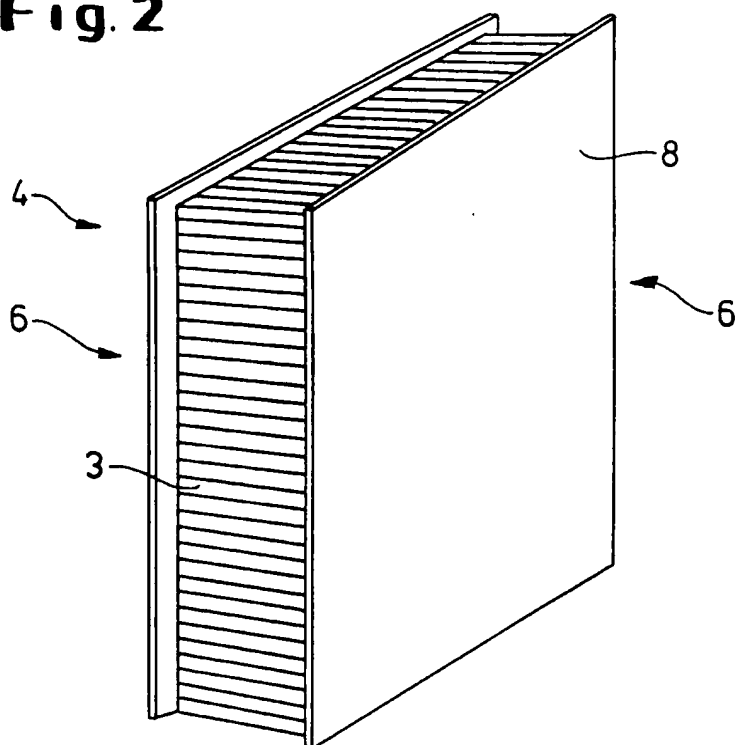
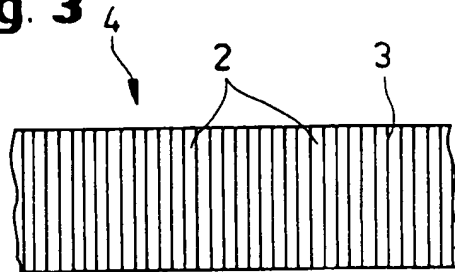
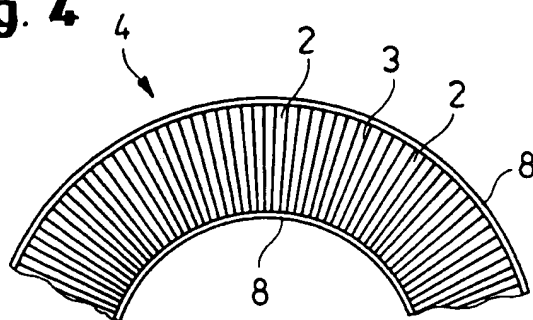
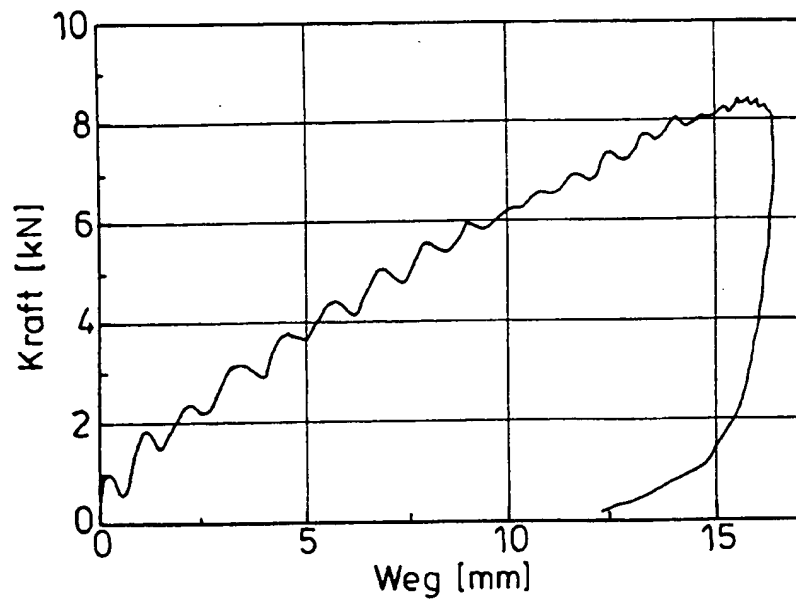


Fig. 2



- 2 / 2 -

Fig. 3**Fig. 4****Fig. 5**

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 00/10332

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 F16F1/37 B60R21/04

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 F16F B29D B60R B60J

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 99 00236 A (PARK CHUNG P ;CHRISTENSON CHRISTOPHER P (US); SUH KYUNG W (US); DO) 7 January 1999 (1999-01-07) page 4, line 15-17 page 11, line 7-31; figure 6 ---	1-20
X	FR 2 763 547 A (PLASTIC OMNIUM CIE) 27 November 1998 (1998-11-27) page 3, line 30-34; figure 1 ---	1,17,18
A	US 5 746 419 A (BLAND MICHAEL JAMES ET AL) 5 May 1998 (1998-05-05) figures ---	1-20
A	US 5 683 782 A (DUCHENE RAINER) 4 November 1997 (1997-11-04) column 2, line 28-34; figures ---	1
-/--		

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

T later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

X document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

Y document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

G document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

7 February 2001

Date of mailing of the international search report

19/02/2001

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Pöhl, A

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 00/10332

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 0 762 011 A (IMHOLD NAAMLOZE VENNOOTSCHAP) 12 March 1997 (1997-03-12) figures ----	1,3,4, 8-11
A	GB 1 006 931 A (DEUTSCHE KAPILLAR-PLASTIK GMBH) 6 October 1965 (1965-10-06) page 1, line 13-23 ----	1
A	US 3 790 654 A (BAGLEY R) 5 February 1974 (1974-02-05) claim 1 ----	1
A	US 5 720 510 A (DANIEL ROGER PITMAN ET AL) 24 February 1998 (1998-02-24) column 2, line 46-63; figures ----	11
A	US 4 666 130 A (DENMAN OWEN S ET AL) 19 May 1987 (1987-05-19) figures ----	11-16
A	US 5 486 400 A (FISHEL JAMES D) 23 January 1996 (1996-01-23) column 2, line 53-60; figure 3 ----	12-16
A	FR 2 334 888 A (INT VIBRATION ENGIN) 8 July 1977 (1977-07-08) figures ----	12-17
A	EP 0 887 573 A (TOYO BOSEKI) 30 December 1998 (1998-12-30) page 2, column 5-7 -----	17,19

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 00/10332

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 9900236 A	07-01-1999	AU 8269298 A CN 1268084 T EP 0991514 A NO 996402 A	19-01-1999 27-09-2000 12-04-2000 24-02-2000
FR 2763547 A	27-11-1998	EP 0914267 A WO 9852793 A JP 2000515828 T	12-05-1999 26-11-1998 28-11-2000
US 5746419 A	05-05-1998	NONE	
US 5683782 A	04-11-1997	DE 4314861 A AT 149425 T AU 6650294 A DE 59401958 D DK 697955 T WO 9425258 A EP 0697955 A ES 2098941 T JP 2898411 B JP 8506066 T	10-11-1994 15-03-1997 21-11-1994 10-04-1997 15-09-1997 10-11-1994 28-02-1996 01-05-1997 02-06-1999 02-07-1996
EP 0762011 A	12-03-1997	BE 1009544 A PL 315704 A	06-05-1997 17-02-1997
GB 1006931 A		NONE	
US 3790654 A	05-02-1974	AR 195883 A AU 457890 B AU 4850672 A BE 784881 A CA 1053446 A DE 2254563 A FR 2159368 A GB 1405618 A IT 969876 B JP 1172288 C JP 55123438 A JP 57061592 B JP 1164448 C JP 48055960 A JP 55041908 B NL 7209165 A SE 382485 B SE 381485 B SU 452087 A SU 446123 A US 3905743 A	15-11-1973 13-02-1975 16-05-1974 14-12-1972 01-05-1979 17-05-1973 22-06-1973 10-09-1975 10-04-1974 17-10-1983 22-09-1980 24-12-1982 26-08-1983 06-08-1973 27-10-1980 11-05-1973 02-02-1976 08-12-1975 30-11-1974 05-10-1974 16-09-1975
US 5720510 A	24-02-1998	US 5609385 A	11-03-1997
US 4666130 A	19-05-1987	AU 570543 B AU 3970885 A CA 1236494 A EP 0157500 A JP 1835164 C JP 5036654 B JP 60208645 A	17-03-1988 19-09-1985 10-05-1988 09-10-1985 11-04-1994 31-05-1993 21-10-1985

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 00/10332

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5486400 A	23-01-1996	NONE	
FR 2334888 A	08-07-1977	NONE	
EP 0887573 A	30-12-1998	JP 10169687 A	23-06-1998
		JP 10169685 A	23-06-1998
		US 6085878 A	11-07-2000
		WO 9826195 A	18-06-1998

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 00/10332

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 F16F1/37 B60R21/04

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 F16F B29D B60R B60J

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 99 00236 A (PARK CHUNG P ;CHRISTENSON CHRISTOPHER P (US); SUH KYUNG W (US); DO) 7. Januar 1999 (1999-01-07) Seite 4, Zeile 15-17 Seite 11, Zeile 7-31; Abbildung 6 ---	1-20
X	FR 2 763 547 A (PLASTIC OMNIUM CIE) 27. November 1998 (1998-11-27) Seite 3, Zeile 30-34; Abbildung 1 ---	1, 17, 18
A	US 5 746 419 A (BLAND MICHAEL JAMES ET AL) 5. Mai 1998 (1998-05-05) Abbildungen ---	1-20
A	US 5 683 782 A (DUCHENE RAINER) 4. November 1997 (1997-11-04) Spalte 2, Zeile 28-34; Abbildungen ---	1
-/--		



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E Älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

7. Februar 2001

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

19/02/2001

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Pöhl, A

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 00/10332

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	EP 0 762 011 A (IMHOLD NAAMLOZE VENNOOTSCHAP) 12. März 1997 (1997-03-12) Abbildungen ----	1,3,4, 8-11
A	GB 1 006 931 A (DEUTSCHE KAPILLAR-PLASTIK GMBH) 6. Oktober 1965 (1965-10-06) Seite 1, Zeile 13-23 ----	1
A	US 3 790 654 A (BAGLEY R) 5. Februar 1974 (1974-02-05) Anspruch 1 ----	1
A	US 5 720 510 A (DANIEL ROGER PITMAN ET AL) 24. Februar 1998 (1998-02-24) Spalte 2, Zeile 46-63; Abbildungen ----	11
A	US 4 666 130 A (DENMAN OWEN S ET AL) 19. Mai 1987 (1987-05-19) Abbildungen ----	11-16
A	US 5 486 400 A (FISHEL JAMES D) 23. Januar 1996 (1996-01-23) Spalte 2, Zeile 53-60; Abbildung 3 ----	12-16
A	FR 2 334 888 A (INT VIBRATION ENGIN) 8. Juli 1977 (1977-07-08) Abbildungen ----	12-17
A	EP 0 887 573 A (TOYO BOSEKI) 30. Dezember 1998 (1998-12-30) Seite 2, Spalte 5-7 -----	17,19

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 00/10332

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 9900236 A	07-01-1999	AU 8269298 A CN 1268084 T EP 0991514 A NO 996402 A	19-01-1999 27-09-2000 12-04-2000 24-02-2000
FR 2763547 A	27-11-1998	EP 0914267 A WO 9852793 A JP 2000515828 T	12-05-1999 26-11-1998 28-11-2000
US 5746419 A	05-05-1998	KEINE	
US 5683782 A	04-11-1997	DE 4314861 A AT 149425 T AU 6650294 A DE 59401958 D DK 697955 T WO 9425258 A EP 0697955 A ES 2098941 T JP 2898411 B JP 8506066 T	10-11-1994 15-03-1997 21-11-1994 10-04-1997 15-09-1997 10-11-1994 28-02-1996 01-05-1997 02-06-1999 02-07-1996
EP 0762011 A	12-03-1997	BE 1009544 A PL 315704 A	06-05-1997 17-02-1997
GB 1006931 A		KEINE	
US 3790654 A	05-02-1974	AR 195883 A AU 457890 B AU 4850672 A BE 784881 A CA 1053446 A DE 2254563 A FR 2159368 A GB 1405618 A IT 969876 B JP 1172288 C JP 55123438 A JP 57061592 B JP 1164448 C JP 48055960 A JP 55041908 B NL 7209165 A SE 382485 B SE 381485 B SU 452087 A SU 446123 A US 3905743 A	15-11-1973 13-02-1975 16-05-1974 14-12-1972 01-05-1979 17-05-1973 22-06-1973 10-09-1975 10-04-1974 17-10-1983 22-09-1980 24-12-1982 26-08-1983 06-08-1973 27-10-1980 11-05-1973 02-02-1976 08-12-1975 30-11-1974 05-10-1974 16-09-1975
US 5720510 A	24-02-1998	US 5609385 A	11-03-1997
US 4666130 A	19-05-1987	AU 570543 B AU 3970885 A CA 1236494 A EP 0157500 A JP 1835164 C JP 5036654 B JP 60208645 A	17-03-1988 19-09-1985 10-05-1988 09-10-1985 11-04-1994 31-05-1993 21-10-1985

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 00/10332

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 5486400	A	23-01-1996	KEINE		
FR 2334888	A	08-07-1977	KEINE		
EP 0887573	A	30-12-1998	JP	10169687 A	23-06-1998
			JP	10169685 A	23-06-1998
			US	6085878 A	11-07-2000
			WO	9826195 A	18-06-1998